



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
KRIMINALITAS “PENCURIAN MOTOR” DI JAWA TIMUR  
DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK  
sPLINE**

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT  
NRP 1312 030 020**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT - SS 145561**

**MODELING FACTORS - FACTORS AFFECTING THE  
CRIMINALITY " THEFT MOTORCYCLE " IN EAST JAVA  
USING SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION**

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT  
NRP 1312 030020**

**Supervisor  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG  
MEMPENGARUHI KRIMINALITAS “PENCURIAN  
MOTOR” DI JAWA TIMUR DENGAN  
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya

pada

Program Studi Diploma III Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**RAHMAWATI MAISAROH HIDAYAT**  
NRP. 1312 030 020

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Prof. Dr. Drs. I Nvoman Budiantara, M.Si**  
NIP. 19650603 198903 1 003



Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

**Dr. Muhammad Mashuri, MT**

NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015



# **PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KRIMINALITAS “PENCURIAN MOTOR” DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**

**Nama Mahasiswa : Rahmawati Maisaroh Hidayat**  
**NRP : 1312 030 020**  
**Program Studi : Diploma III**  
**Jurusan : Statistika FMIPA-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si**

## **Abstrak**

*Provinsi Jawa Timur, menurut reka mabes Polri tahun 2014 diketahuitindak kriminalitas tertinggi terjadi di wilayah hukum Polda Jawa Timur (Jatim) yakni Jatim 39 (kejadian), Jateng 16, Polda Metro 14, Polda Sulsel 10, dan Polda Bali 11. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik mengenai jumlah kejahatan yang terjadi pada tahun 2014, pencurian motor menduduki urutan pertama jumlah kejahatan yang paling banyak terjadi. Penelitian ini menggunakan lima variabel yang diduga mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor”. Data yang digunakan adalah data pada tahun 2013 yang diambil di BPS Jatim. Faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor”, memiliki pola tertentu (nonparametrik) sehingga pemodelan terbaik adalah regresi nonparametrik. dengan pendekatan spline dengan titik knot optimum didapatkan dengan metode Generalized Cross Validation (GCV). Berdasarkan hasil analisis didapatkan variabel yang signifikan terhadap model yakni variabel kepadatan penduduk, angka partisipasi kasar (APK) SMA, persentase penduduk miskin, jumlah pengangguran dan luas geografis. Model regresi spline tersebut menghasilkan koefisien determinasi sebesar 97,28%.*

**Kata kunci:** *GCV, Kriminalitas, Pencurian Motor, Provinsi Jawa Timur, Regresi Nonparametrik, Spline*





*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **MODELING FACTORS - FACTORS AFFECTING THE CRIMINALITY " THEFT MOTORCYCLE " IN EAST JAVA USING SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION**

**Name** : Rahmawati Maisaroh Hidayat  
**NRP** : 1312 030 020  
**Programme** : Diploma III  
**Department** : Statistics FMIPA-ITS  
**Supervisor** : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si

## **Abstract**

East Java province, according to the National Police headquarters in 2014 they are known criminality occurred in the jurisdiction in East Java Police (East Java) Java ie 39 (events), Central 16, Police 14, South Sulawesi Police 10, and 11. According to the Bali Police Agency Central Bureau of Statistics on the number of criminalities that occurred in 2014, motorcycle theft ranked first number of the most common criminalities. This study uses five variables suspected to affect criminality "Theft of Motorcycle". The data used is data in 2013 were taken in East Java BPS. Factors that influence criminality "Theft Motorcycle", has a specific pattern (nonparametric) so that the best modeling for criminality "Theft Motorcycle" is a nonparametric regression. with using spline with knots optimum point obtained by the method of Generalized Cross Validation (GCV). Based on the analysis we found significant variables to the model that the population density variable, gross enrollment rate (GER) SMA, the percentage of poor, the number of unemployed and geographical area. The spline regression models yield determination coefficient of 97.28%.

**Keywords:** GCV, Criminality, Theft Motorcycle, East Java Province, Regression Nonparametric, Spline



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah selalu penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang memberikan kemudahan, petunjuk, serta rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul **"PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KRIMINALITAS “PENCURIAN MOTOR” DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**".

Selesainya Tugas Akhir serta laporan ini tak lepas dari peranan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan segala nasehat serta pengetahuan baru dengan sabarnya demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si dan Ibu Maduratna, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS yang telah memberikan fasilitas-fasilitas untuk kelancaran Tugas Akhir.
4. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T selaku Ketua Program Studi D3 Statistika FMIPA ITS yang sangat sabar mengawal proses berjalannya Tugas Akhir mahasiswa D3 dengan bimbingan dan fasilitas yang diberikan.
5. Bapak Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen wali saya yang telah bersedia menjadi orang tua pengganti saya di lingkungan perkuliahan terutama selalu memantau proses perkuliahan baik akademik maupun non-akademik saya.
6. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur selaku instansi yang telah bersedia memberi izin menggunakan data yang diperlukan di Tugas Akhir saya.
7. Orang Tua tercinta, Bapak Ach. Hidajat dan Ibu Quratul Aini yang tak henti-hentinya selalu mendo'akan dan memberi



semangat. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi selama ini.

8. Saudara-saudara tercinta, Rahmatullah Hutami Hidayat, Nurul Fajrih Astri Hidayat, Lailatus Sulalah Hidayat, Egita Rachman, Fathonatun Nisak U.M yang selalu mencurahkan kasih sayang tiada tara.
9. Agung Bairuni Wardi selaku teman dekat saya yang selalu mencurahkan kasih sayang, motivasi, dan selalu ada saat sedih ataupun senang, *you're part of my Life* ☺
10. Teman-teman senasib seperjuangan, D3 Statistika 2012 atas semua sedih dan senang bersama. Bersyukur ada ditengah kalian.
11. Rumah tempat saya mengabdikan dan mendapatkan banyak pengalaman berharga, Statistika-ITS.
12. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi berbagai pihak. Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Surabaya, 22 Juni 2015

**Penulis**

## DAFTAR ISI

### Halaman

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif .....	7
2.2 Analisis Regresi .....	8
2.3 Regresi Nonparametrik Spline .....	8
2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal .....	10
2.5 Pengujian parameter Model .....	10
2.5.1 Uji Serentak .....	10
2.5.2 Uji Parsial .....	11
2.6 Uji Asumsi Residual .....	12
2.6.1 Uji Identik .....	12
2.6.2 Uji Independen .....	13
2.6.3 Uji Distribusi Normal .....	14

2.7	Motor .....	14
2.8	Jawa Timur .....	15

### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Sumber Data dan Variabel Penelitian .....	17
3.2	Langkah-langkah Penelitian .....	19

### BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Kriminalitas Pencurian Motor dan Faktor yang diduga Mempengaruhi .....	23
4.2	Pemodelan Kriminalitas Pencurian Motor Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....	26
4.2.1	<i>Scatterplot</i> antara Jumlah kriminalitas pencurian motor dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi .....	27
4.2.2	Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....	28
4.2.3	Pemilihan Titik Knot Optimum .....	28
4.2.3.1	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot .....	28
4.2.3.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot .....	29
4.2.3.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot .....	31
4.2.4	Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....	33
4.2.5	Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....	34
4.2.5.1	Pengujian Parameter Model Secara Serentak .....	35
4.2.5.2	Pengujian Parameter Model Secara Parsial .....	35
4.2.6	Pengujian Asumsi Residual .....	36
4.2.6.1	Asumsi Identik .....	36



4.2.6.2	Asumsi Independen.....	37
4.2.6.3	Uji Distribusi Normal.....	38
4.2.7	Interpretasi Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> ...	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA .....		49
LAMPIRAN .....		51
BIODATA PENULIS .....		73



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Analisis Varians (ANOVA) .....	11
Tabel 3.1	Variabel Penelitian & Definisi Operasional .....	17
Tabel 3.2	Struktur Data Penelitian .....	19
Tabel 4.1	Karakteristik Pencurian Motor dan Faktor yang Diduga Mempengaruhi .....	23
Tabel 4.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot .....	29
Tabel 4.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot .....	30
Tabel 4.4	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot .....	32
Tabel 4.5	ANOVA Model Regresi <i>Spline</i> Secara Serentak ..	35
Tabel 4.6	Parameter Model Regresi Secara Parsial .....	35
Tabel 4.7	ANOVA dari Uji Glejser .....	37





*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1	Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian.....	21
Gambar 4.1	Diagram Batang Kriminalitas Pencurian Sapi Tiap Kabupaten/kota di Jawa Timur .....	26
Gambar 4.2	<i>Scatterplot</i> antara Jumlah Kriminalitas Pencurian Motor (Y) dengan Lima Variabel $X_1$ , $X_2$ , $X_3$ , $X_4$ , dan $X_5$ .....	27
Gambar 4.3	ACF dan Residual .....	38
Gambar 4.4	Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov .....	39



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Rahmawati Maisaroh Hidayat dan akrab dipanggil Atik terlahir dari pasangan Ach. Hidajat dan Quratul Aini tepatnya pada tanggal 08 Maret 1994 dan merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis yang lahir dan besar di Sampang Madura ini telah menempuh pendidikan formal

di SD Negeri Gunong Sekar 2 Sampang (2000-2006), SMP Negeri 1 Sampang (2006-2009), dan SMA Negeri 1 Sampang (2009-2012). Selepas itu, penulis yang hobi travelling & photography ini pun memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Statistika melalui jalur diploma III reguler (2012-2015).

Semasa perkuliahan, penulis aktif di kegiatan organisasi antara lain Forum Mahasiswa Sampang ITS (FORMAS), Forum Studi Islam Statistika (Forsis) staf Humas dan penulis juga aktif dalam kegiatan karya tulis salah satunya adalah PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) dan didanai oleh Dikti 2 tahun berturut-turut. Penulis juga mendapatkan beasiswa PPA-BBM dua kali berturut-turut dan beasiswa IKOMA ITS selama satu semester. Selain itu, penulis mempunyai prinsip yang selalu dipegang teguh adalah “Semangat!!!”, tidak ada kata menyerah jika kita masih mampu melakukannya dan “Man Jadda Wa Jadda”, setelah kesulitan pasti ada kemudahan. Penulis dapat dihubungi ke nomer 089654113828 dan dapat diakses melalui [rahmawati28hidayat@gmail.com](mailto:rahmawati28hidayat@gmail.com)

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Kriminalitas merupakan suatu fenomena kompleks yang dapat dipahami dari berbagai sisi yang berbeda. Itu sebabnya dalam keseharian kita dapat menangkap berbagai komentar tentang suatu kriminalitas yang berbeda satu dengan yang lain. Selain merupakan suatu hal yang sama sekali tidak menyenangkan bagi pihak yang tertimpa musibah kriminalitas tersebut, di satu sisi kriminalitas juga sulit dihilangkan dari muka bumi ini. Seiring dengan kemajuan teknologi dan perkembangan peradaban manusia dari masa ke masa, maka kebutuhan kepentingan manusia semakin bertambah. Hal ini tentu membawa dampak negatif sebab akan mengakibatkan bertambahnya kemungkinan terjadinya kriminalitas. Manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang beraneka ragam sering menghalalkan berbagai cara tanpa mengindahkan norma-norma hukum yang berlaku dalam masyarakat. Dengan demikian sampai saat ini kriminalitas masih tetap abadi dan bahkan akan berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih (Ramadhani, 2012).

Salah satu bentuk kriminalitas yang akhir-akhir ini sering terjadi dan sangat mengganggu keamanan dan ketertiban masyarakat adalah kriminalitas pencurian motor. Dalam Kitab Undang-undang Hukum Pidana (selanjutnya disingkat dengan KUHPidana) kriminalitas pencurian diatur dalam Buku Ke-2, Bab XXII mulai dari Pasal 362 sampai dengan Pasal 367, sedangkan bentuk pokok dari kriminalitas pencurian diatur dalam Pasal 362 KUHPidana (Polri, 2015). Pencurian motor merupakan salah satu



jenis kriminalitas terhadap harta benda yang banyak menimbulkan kerugian dan meresahkan masyarakat.

Dari pemberitaan di berbagai media massa, baik itu media elektronik maupun media cetak, dapat diketahui bahwa berita mengenai kriminalitas pencurian kendaraan bermotor bukan saja menarik perhatian tetapi juga mengusik rasa aman dan sekaligus mengundang sejumlah pertanyaan tentang kenyataan apa yang berlangsung di masyarakat. Demikian pula halnya di Provinsi Jawa Timur, menurut reka mabes Polri tahun 2014 diketahui tindak kriminalitas tertinggi terjadi di wilayah hukum Polda Jawa Timur (Jatim) yakni Jatim 39 (kejadian), Jateng 16, Polda Metro 14, Polda Sulsel 10, dan Polda Bali 11. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik mengenai jumlah kejahatan yang terjadi pada tahun 2014, pencurian motor menduduki urutan pertama jumlah kejahatan yang paling banyak terjadi.

Jawa Timur adalah sebuah provinsi di bagian timur Pulau Jawa, Indonesia. Jawa Timur dikenal sebagai pusat Kawasan Timur Indonesia, dan memiliki signifikansi perekonomian yang cukup tinggi, yakni berkontribusi 14,85% terhadap Produk Domestik Bruto nasional. Melihat fakta-fakta tersebut, maka analisis tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor” sangat diperlukan untuk menekan angka kriminalitas “Pencurian Motor”.

Untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur digunakan metode analisis regresi. Analisis regresi adalah metode yang paling banyak digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Dan regresi nonparametrik merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya, hanya



diasumsikan smooth (mulus) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Sulistya, 2014). Sementara metode spline adalah metode yang banyak digunakan dan mempunyai kelebihan dalam mengatasi pola data yang tidak mengikuti pola tertentu dan perubahan pola data pada sub-sub interval tertentu.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas “pencurian motor” antaranya oleh Septyandri (2015) meneliti tentang pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas dengan pendekatan regresi nonparametrik spline di Surabaya. Sulistya (2014) meneliti tentang pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk di Kabupaten Sampang dengan pendekatan regresi nonparametrik spline sebagai solusi untuk menekan angka gizi buruk. Magrhabi (2014) meneliti tentang tinjauan kriminologis faktor penyebab terjadinya tindak pidana pencurian kendaraan bermotor dengan studi khusus di Lembaga Permayarakatan Lowokwaru Malang. Ramadhani (2012) meneliti tentang tinjauan kriminologis tentang kejahatan pencurian kendaraan bermotor dengan studi kasus di kota makassar pada tahun 2007-2011.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, masih belum ada penelitian yang mengkaji kriminalitas “Pencurian Motor” dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Jawa Timur. Metode Spline dipilih karena kelebihanannya yang dapat digeneralisasikan pada pemodelan statistika yang kompleks dan rumit yang diharapkan mampu menghasilkan model regresi terbaik. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi serta masukan positif bagi pemerintah khususnya Gubernur Jawa Timur dan Ketua Satlantasreskrim Mabes Polri

Jawa Timur dalam menekan jumlah serta penyebab dari kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur tersebut.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik kriminalitas “Pencurian Motor” dan faktor-faktor penyebabnya di Provinsi Jawa Timur berdasarkan analisa deskriptif?
2. Bagaimana pemodelan dan menyelidiki variabel-variabel yang mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa secara deskriptif karakteristik kriminalitas “Pencurian Motor” dan faktor-faktor penyebabnya di Provinsi Jawa Timur.
2. Memodelkan dan menyelidiki variabel-variabel yang mempengaruhi kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *spline*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk bidang keilmuan dan untuk masyarakat luas, yaitu.

1. Manfaat untuk masyarakat
  - Dengan diketahuinya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kriminalitas “Pencurian Motor”, diharapkan dapat menekan angka kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur.
  - Dapat direkomendasikan kepada Gubernur Jawa Timur dan Ketua Satlantasreskrim Mabes Polri Jawa Timur untuk merancang suatu program guna menanggulangi kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur
2. Manfaat bidang keilmuan
  - Memberikan salah satu alternatif dalam pemodelan dengan Regresi Nonparametrik *Spline* yang lebih baik dan representative.
  - Mengembangkan bidang keilmuan Statistika dalam menyelesaikan persoalan riil, khususnya permodelan terhadap kriminalitas “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah yang diambil pada penelitian yaitu banyak kasus tindak kriminal “Pencurian Motor” pada tahun 2013 yang dicatat oleh Kantor Polres di setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dan model regresi *spline* yang menggunakan *spline* linier satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data dan tidak menarik suatu kesimpulan (inferensi). Ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, grafik, dan diagram termasuk dalam katagori statistika deskriptif.

Ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mendefinisikan ukuran-ukuran numerik yang menjelaskan karakteristik dari data (Walpole, 1995). Rata-rata dan varians sering digunakan untuk mendeskripsikan segugus data. Rata-rata adalah hasil pembagian antara jumlahan nilai setiap pengamatan dengan banyaknya data pengamatan yang dapat dituliskan dengan Persamaan (2.1)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

dengan :

$\bar{x}$  : Rata-rata

$x_i$  : pengamatan ke- $i$  ;  $i = 1, 2, \dots, n$

$n$  : banyaknya pengamatan

Varians ( $s^2$ ) ialah kuadrat simpangan dari semua nilai data terhadap rata-rata yang dituliskan dengan Persamaan (2.2).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

Nilai maksimum merupakan nilai tertinggi/terbesar yang terdapat dalam segugus data. Sedangkan nilai minimum adalah nilai terendah yang terdapat dalam sekumpulan data.

## 2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara satu atau lebih variabel. Terdapat dua jenis variabel dalam analisis regresi yakni variabel independen yang biasa dilambangkan dengan  $x$  dan variabel dependen yang dilambangkan dengan  $y$ , dimana kedua variabel tersebut saling berkorelasi. Selain untuk mengetahui pola hubungan, analisis regresi juga dapat digunakan untuk peramalan atau prediksi (*forecasting*). Misalkan terdapat sekumpulan data berpasangan  $(x_i, y_i)$  yang secara umum dapat dimodelkan dengan model regresi sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

dengan :

- $y_i$  : respon ke -  $i$
- $f(x_i)$  : kurva regresi pada prediktor ke- $i$
- $\varepsilon_i$  : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal

## 2.3 Regresi Nonparametrik *Spline*

Pendekatan Regresi nonparametrik *spline* digunakan jika kurva regresi antara variabel respon dengan variabel prediktor tidak membentuk suatu pola tertentu atau tidak ada informasi



masa lalu yang lengkap mengenai pola data. Dalam banyak hal, pengamatan-pengamatan yang akan dikaji tidak selalu memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji parametrik sehingga kerap kali dibutuhkan teknik-teknik inferensial dengan validitas yang tidak bergantung pada asumsi-asumsi yang kaku. Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi, karena data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti (Eubank, 1988).

Secara umum, model regresi nonparametrik dapat disajikan sebagai berikut.

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

dengan  $y_i$  adalah variabel respon, dan  $f(t_i)$  adalah kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya, dan  $\varepsilon_i$  adalah error yang diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$ . *Spline* merupakan model polinomial yang tersegmen. Polinomial tersegmen memegang peranan penting dalam teori dan aplikasi statistika. Regresi *spline* memiliki titik knot yang merupakan titik perpaduan yang menunjukkan perubahan perilaku kurva pada selang yang berbeda (Hardle, 1990). Secara umum fungsi *spline*  $f(t_i)$  berorde  $m$  dengan titik knot  $k_1, k_2, \dots, k_J$  dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(t_i) = \sum_{j=0}^m \gamma_j t_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (t_i - k_j)_+^m, \quad (2.5)$$

dengan  $\gamma_j$  merupakan parameter-parameter model dan  $m$  merupakan orde *spline* (Budiantara, 2001). Persamaan (2.4) bila disubstitusikan pada persamaan (2.5) diperoleh persamaan regresi nonparametrik *spline* sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j t_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (t_i - k_j)_+^m + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.6)$$

dengan fungsi truncated diberikan oleh :

$$(t_i - k_j)_+^m = \begin{cases} (t_i - k_j)^m, & t_i \geq k_j \\ 0, & t_i < k_j \end{cases} \quad (2.7)$$

## 2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pada data. Model regresi *spline* terbaik tergantung pada titik knot optimal. Salah satu metode untuk mencari titik knot optimal yang sering dipakai adalah *Generalized Cross Validation* (GCV) (Wahba, 1990). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Metode GCV secara umum adalah sebagai berikut.

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_J) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_J)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_J)])^2} \quad (2.8)$$

dengan  $I$  adalah matriks identitas,  $n$  adalah jumlah pengamatan,  $A(k_1, k_2, \dots, k_J) = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$ , dan  $MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J)$  diberikan oleh

$$MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2, \quad (2.9)$$

(Eubank, 1998).

## 2.5 Pengujian Parameter Model

### 2.5.1 Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model regresi secara bersama-sama. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{m+J} = 0$$

$$_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_i \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

Nilai  $m + J$  adalah jumlah parameter dalam model regresi, dan  $n$  adalah jumlah observasi.

**Tabel 2.1** Analisis Varians (ANOVA)

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F <sub>hitung</sub>
Regresi	$m + J$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{m + J}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}}$
Residual	$n - (m + J) - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - (m + J) - 1}$	
Total (terkoreksi)	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	-	

Daerah penolakan  $_0$  apabila nilai  $F_{hitung} > F_{\alpha(m+J), (n-(m+J)-1)}$  atau  $P_{value} \leq \alpha$ . Jika  $_0$  ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter pada model regresi *spline* yang signifikan, atau minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon.

### 2.5.2 Uji Parsial

Pengujian parameter secara parsial (individu) dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter yang signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui parameter mana yang berpengaruh dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi. Hipotesisnya sebagai berikut.

$$_0 : \gamma_j = 0$$

$$_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m, m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

Statistik uji sebagai berikut.

$$t_j = \frac{\hat{\gamma}_j}{se(\hat{\gamma}_j)}, \quad (2.10)$$

Dengan

$$SE(\hat{\gamma}_j) = \sqrt{Var(\hat{\gamma}_j)} \quad (2.11)$$

Dimana untuk memperoleh hasil  $Var(\hat{\gamma}_j)$  dengan persamaan sebagai berikut.



$$\begin{aligned}
 \text{Var}(\hat{y}) &= \text{Var}\left[(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}^T \mathbf{Y})\right] \\
 &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \text{Var}(\mathbf{Y})[(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}] \\
 &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T (\sigma^2 \mathbf{I}) \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \\
 &= \sigma^2 (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \\
 &= \sigma^2 (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}
 \end{aligned}$$

Dimana nilai  $\sigma^2$  didekati dengan nilai MSE. Daerah penolakan  $H_0$  adalah  $|t_{hit}| \geq t_{(\alpha/2, n-(m+1)-1)}$  atau  $P_{\text{value}} \leq \alpha$  (Draper and Smith, 1992).

## 2.6 Uji Asumsi Residual

Uji asumsi dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari data telah memenuhi asumsi IIDN, yaitu Identik, Independen dan berdistribusi Normal

### 2.6.1 Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen). Keadaan dimana residual tidak homogen disebut heteroskedastisitas. Secara visual untuk mengindikasikan adanya heteroskedastisitas yaitu apabila plot antara residual dan estimasi respon ( $\hat{y}$ ) menunjukkan sebaran data yang tidak random atau membentuk suatu pola tertentu. Mengatasinya dengan transformasi variabel menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) (Gujarati, 1992). Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas adalah uji glejser dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor ( $x$ ). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n.$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} = \frac{[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|)^2] / (k-1)}{[\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\hat{e}_i|)^2] / (n-k)} \quad (2.12)$$

dengan K adalah banyaknya parameter uji glejser. Daerah penolakan  $H_0$  apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}(F_{\alpha; (k-1, n-k)})$  atau  $P_{value} \leq \alpha$ .

Apabila  $H_0$  ditolak maka dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu  $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$  yang berarti terdapat kasus heteroskedastisitas.

### 2.6.2 Asumsi Independen

Pengujian asumsi independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual bernilai nol atau tidak pada pengamatan ke- $i$  dengan pengamatan  $i - 1$  (Mubarak, 2012). Asumsi independen terpenuhi apabila tidak terdapat korelasi antar residual atau yang disebut autokorelasi. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya autokorelasi dengan membuat plot *Autocorrelation Function* (ACF). Residual memenuhi asumsi independen apabila tidak ada lag yang keluar dari batas signifikansi pada plot ACF dengan hipotesis sebagai berikut.

Fungsi autokorelasi (ACF) dengan CI  $(1-\alpha)$  maka rumus yang digunakan dan batas signifikansi atas serta batas signifikansi bawah diberikan oleh persamaan sebagai berikut.

$$-t_{n-1; \alpha/2} SE(\hat{\rho}_v) < \rho_v < t_{n-1; \alpha/2} SE(\hat{\rho}_v)$$

$$SE(\hat{\rho}_v) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{i=1}^{v-1} \hat{\rho}_i^2}{n}} \quad (2.13)$$

dimana,

$$\hat{\rho}_v = \frac{\sum_{t=w+1}^n (e_t - \bar{e})(e_{t-w} - \bar{e})}{\sum_{n=1}^n (e_t - \bar{e})^2} \quad (2.14)$$

Jika terdapat nilai autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi maka dikatakan asumsi independen tidak terpenuhi. Begitu juga, jika tidak terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi menunjukkan bahwa asumsi independen terpenuhi.

### 2.6.3 Uji Distribusi Normal

Pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah berdistribusi normal atau tidak. Secara visual pengujian distribusi normal bisa dilakukan dengan *normal probability plot residual*. Residual berdistribusi normal apabila plot cenderung mengikuti garis lurus  $45^\circ$ . Cara lain dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

:  $F_0(x) = F(x)$  (Residual berdistribusi Normal)

:  $F_0(x) \neq F(x)$  (Residual tidak berdistribusi Normal)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)|. \quad (2.15)$$

$F_0(x)$  adalah fungsi distribusi frekuensi kumulatif.  $S_N(x) = k/N$  adalah fungsi peluang kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan  $N$  observasi.  $k$  adalah banyaknya observasi yang sama atau kurang dari  $x$ . Daerah penolakan jika  $|D| > q_{(1-\alpha)}$  dimana nilai  $q_{(1-\alpha)}$  berdasarkan tabel *Kolmogorov-Smirnov* atau  $P_{\text{value}} \leq \alpha$  (Daniel, 1989).

## 2.7 Motor

Motor atau sepeda motor adalah kendaraan beroda dua yang ditenagai oleh sebuah mesin. Rodanya sebaris dan pada kecepatan tinggi sepeda motor tetap tidak terbalik dan stabil disebabkan oleh gaya giroskopis, pada kecepatan rendah pengaturan berkelanjutan setangnya oleh pengendara memberikan kestabilan. Motor banyak variasinya, bahkan sekarang beberapa motor dilengkapi dengan papan kaki dan bukan "gagang njek n".



Penggunaan sepeda motor di Indonesia sangat populer karena harganya yang relatif murah, terjangkau untuk beberapa kalangan dan penggunaan bahan bakarnya irit serta biaya operasionalnya juga sangat rendah. Pada periode lebaran sepeda motor digunakan mudik untuk perjalanan jarak jauh, dari Jakarta sampai ke Jawa Timur, Madura. Hal ini disebabkan karena dengan menggunakan sepeda motor akan lebih menekan biaya perjalanan, di samping itu bila sudah sampai di kampung halaman dapat digunakan sebagai kendaraan yang efektif (duniamaya, 2013).

## **2.8 Jawa Timur**

Jawa Timur adalah sebuah provinsi di bagian timur Pulau Jawa, Indonesia. Ibu kotanya terletak di Surabaya. Luas wilayahnya 47.922 km<sup>2</sup>, dan jumlah penduduknya 37.476.757 jiwa (2010). Jawa Timur memiliki wilayah terluas di antara 6 provinsi di Pulau Jawa, dan memiliki jumlah penduduk terbanyak kedua di Indonesia setelah Jawa Barat. Jawa Timur berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Selat Bali di timur, Samudra Hindia di selatan, serta Provinsi Jawa Tengah di barat. Wilayah Jawa Timur juga meliputi Pulau Madura, Pulau Bawean, Pulau Kangean serta sejumlah pulau-pulau kecil di Laut Jawa, dan Samudera Hindia (Pulau Sempu, dan Nusa Barung). Jawa Timur dikenal sebagai pusat Kawasan Timur Indonesia, dan memiliki signifikansi perekonomian yang cukup tinggi, yakni berkontribusi 14,85% terhadap Produk Domestik Bruto nasional.

Potensi sumber daya alam sangat bervariasi, seperti pertanian, kehutanan, kelautan dan perikanan, peternakan serta perkebunan. Luas lahan sawah adalah 1.178.283 ha, terdiri dari lahan beririgasi seluas 907.274 ha, sawah tadah hujan seluas 243.899 ha, dan sawah lainnya/irigasi lodesa seluas 27.110 ha. Luas lahan palawija, hortikultura dan sayur mayur seluas

4.046.971 ha. Panjang saluran irigasi teknis primer 3.633.093 Km, dan panjang saluran teknis sekunder 3.445.093 Km. Panjang saluran irigasi semi teknis primer adalah 446.848 Km dan panjang saluran semi teknis sekunder 47.151 Km, Panjang saluran irigasi sederhana primer 216.636 Km dan panjang saluran sederhana sekunder 75.749 Km. Dari lahan persawahan yang ada, areal panen rata rata seluas 1,692.729 ha dengan rata rata pro-duktivitas 53,17 Kw/ha, jumlah produksi padi kering giling yang diperoleh sebanyak 900.215 ton/tahun atau beras sebanyak 5.688.51 ton/tahun

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai metode dan tahapan-tahapan dalam melakukan analisis untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Metode analisis yang digunakan adalah Regresi Nonparametrik *Spline*.

#### 3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tahun 2013 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel respon ( $Y$ ) yaitu jumlah kriminalitas pencurian motor dan 5 variabel prediktor ( $X$ ) yang diduga berpengaruh seperti yang disajikan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel	Keterangan	Definisi Operasional
Y	Jumlah Kriminalitas Pencurian Motor	Jumlah penduduk yang melakukan tindak kriminal “Pencurian Motor” di Provinsi Jawa Timur pada kurun waktu tertentu yang dicatat oleh Kantor Polres di setiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur.



**Tabel 3.1** Variabel Penelitian dan Definisi Operasional (Lanjutan)

<b>Variabel</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Definisi Operasional</b>
X <sub>1</sub>	Kepadatan Penduduk	Perbandingan antara banyaknya penduduk dan luas wilayahnya Kepadatan Penduduk = Jumlah Penduduk (jiwa) : Luas Wilayah (km <sup>2</sup> ) (Pengertianahli, 2014).
X <sub>2</sub>	Angka Partisipasi Kasar (APK) SMA	Perbandingan jumlah murid pada tingkat pendidikan SMA dibagi dengan jumlah pendidikan usia 16-18 tahun dikalikan 100% (bps, 2014).
X <sub>3</sub>	Persentase Penduduk Miskin	Jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur dibagi jumlah penduduk di Provinsi Jawa Timur dikalikan 100%. Garis Kemiskinan (GK) merupakan penjumlahan dari Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Non-Makanan (GKNM). Penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan dibawah Garis Kemiskinan dikategorikan sebagai penduduk miskin (PM) (daps,2014)
X <sub>4</sub>	Jumlah Pengangguran	Pengangguran adalah istilah untuk orang yang tidak bekerja sama sekali, sedang mencari kerja, bekerja kurang dari dua hari selama seminggu, atau seseorang yang sedang berusaha mendapatkan pekerjaan. Data pengangguran dikumpulkan BPS melalui survey rumah tangga, seperti Survei Angkatan Kerja Nasional

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian dan Definisi Operasional (Lanjutan)

Variabel	Keterangan	Definisi Operasional
		(Sakernas), Sensus Penduduk (SP), Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS), dan Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) (bps, 2014)
$X_5$	Luas geografis	luas wilayah berdasarkan susunan bebatuan yang berada dipermukaan bumi

Struktur data penelitian disajikan pada Tabel 3.2.

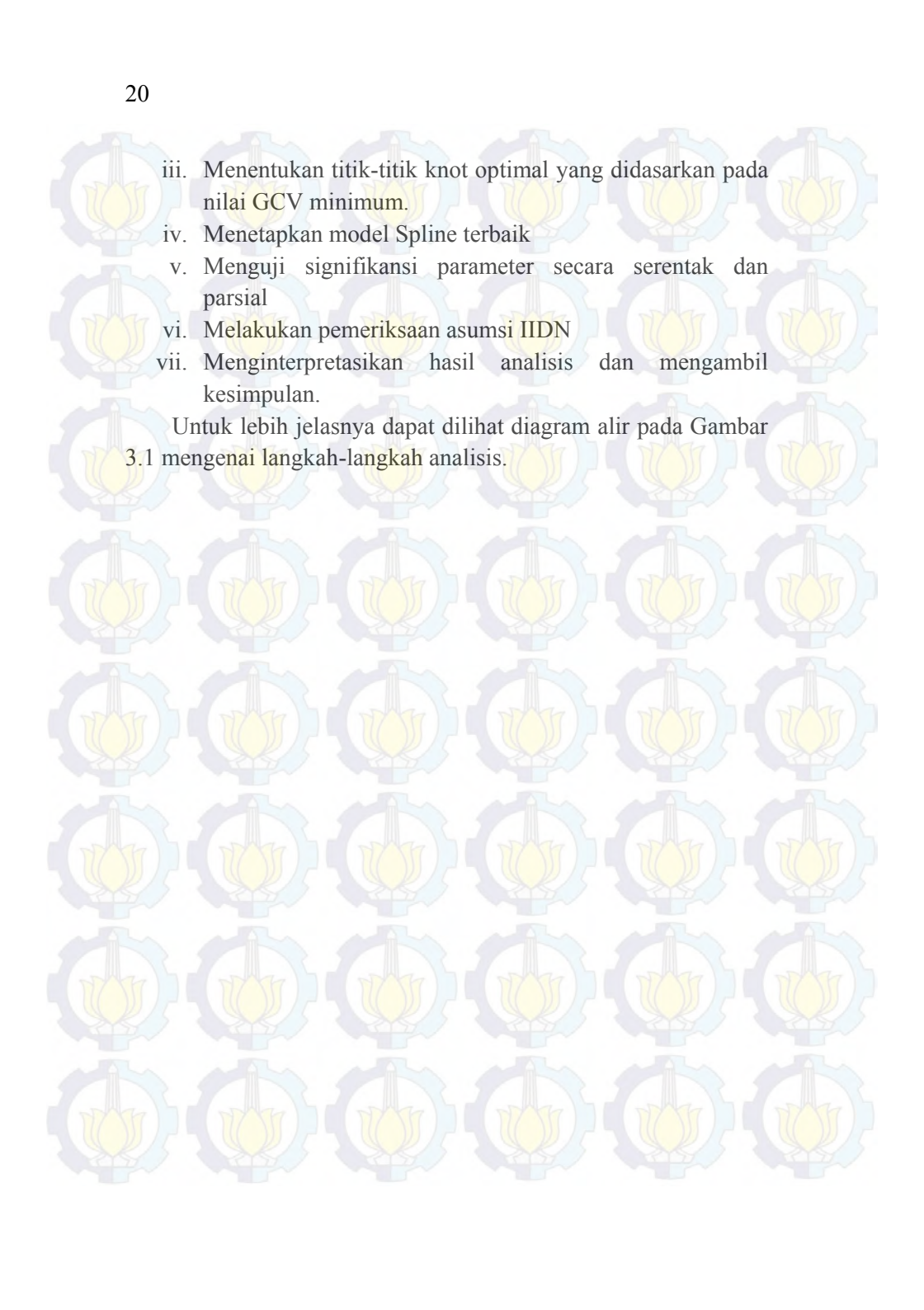
**Tabel 3.2** Struktur Data Penelitian

Kabupaten/ Kota	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	$y_1$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$	$x_{5,1}$
2	$y_2$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$
3	$y_3$	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
38	$y_{38}$	$x_{1,38}$	$x_{2,38}$	$x_{3,38}$	$x_{4,38}$	$x_{5,38}$

### 3.2 Langkah-Langkah Penelitian

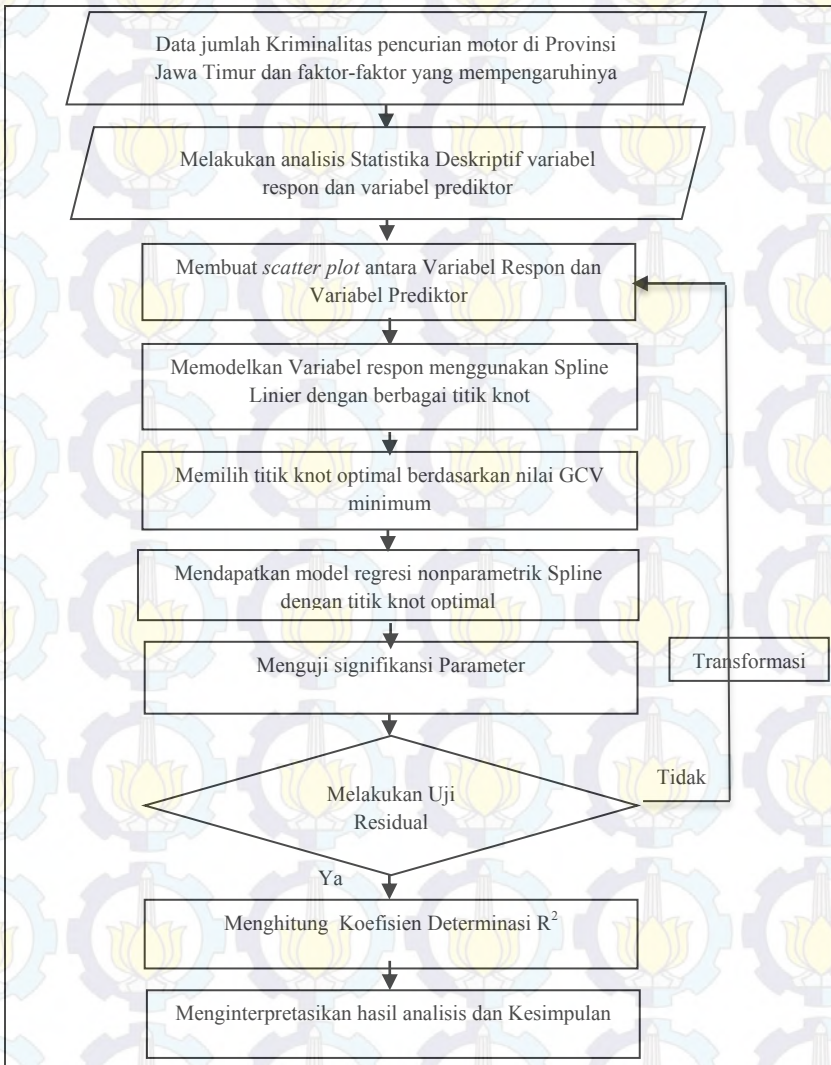
Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif terhadap karakteristik jumlah Kriminalitas pencurian motor di Provinsi Jawa Timur.
2. Memodelkan kejadian jumlah Kriminalitas pencurian motor di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan Spline.
  - i. Membuat *scatterplot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor.
  - ii. Memodelkan variabel respon dengan menggunakan Spline linier dan berbagai titik knot.

- 
- iii. Menentukan titik-titik knot optimal yang didasarkan pada nilai GCV minimum.
  - iv. Menetapkan model Spline terbaik
  - v. Menguji signifikansi parameter secara serentak dan parsial
  - vi. Melakukan pemeriksaan asumsi IIDN
  - vii. Menginterpretasikan hasil analisis dan mengambil kesimpulan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alir pada Gambar 3.1 mengenai langkah-langkah analisis.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian



## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data kriminalitas pencurian sepeda motor di Jawa Timur dan variabel-variabel yang diduga berpengaruh, antara lain : kepadatan penduduk, angka partisipasi kasar (APK) SMA, persentase penduduk miskin, jumlah pengangguran dan luas geografis. Data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode statistika deskriptif, dan pemodelannya dengan menggunakan metode regresi Nonparametrik *Spline*, serta melakukan uji asumsi residual IIDN.

### 4.1 Karakteristik Kriminalitas Pencurian Motor dan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Karakteristik kriminalitas pencurian motor beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur meliputi nilai rata-rata, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Karakteristik Pencurian Motor dan Faktor yang Diduga Mempengaruhi.

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	92,2	7119,4	26	502
X <sub>1</sub>	1802	4664624	382	8551
X <sub>2</sub>	64,73	156,73	37,59	87,27
X <sub>3</sub>	12,303	30,021	1,99	27,08
X <sub>4</sub>	33193	760158279	2404	91901
X <sub>5</sub>	1262	849193	20	3606

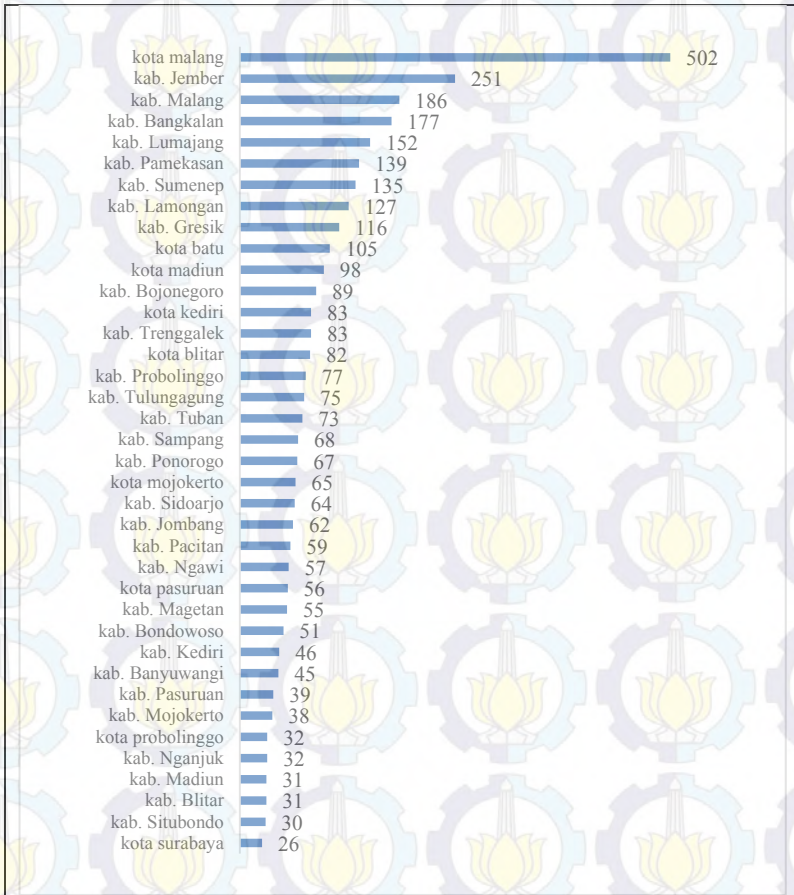
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata kriminalitas pencurian motor (Y) di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 sebesar 92,2 kasus dengan varians 7119,4. Kriminalitas pencurian motor terkecil mencapai angka 26 kasus di kota Surabaya dan kriminalitas pencurian motor terbesar mencapai 502 kasus di kota



Malang dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah kriminalitas pencurian motor pada tahun 2013 di Jawa Timur mencapai jumlah antara 26 kasus dan 502 kasus. Sedangkan karakteristik variabel  $X_1$  yakni kepadatan penduduk yang menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 sebesar 1802 jiwa dengan varians 4664624. Kepadatan penduduk terkecil pada tahun 2013 yakni sebesar 382 jiwa di kabupaten Pacitan dan kepadatan penduduk terbesar mencapai angka 8551 jiwa di kota Surabaya. Tabel 4.1 juga menunjukkan karakteristik variabel  $X_2$  yakni angka partisipasi kasar (APK) SMA dengan rata-rata sebesar 64,73 dan varians sebesar 156,73. Bila terdapat 100 penduduk berusia 16-18 tahun pada tahun 2013 maka rata-rata terdapat 65 murid di Provinsi Jawa Timur yang tingkat pendidikan sekolah menengah atas (SMA). Persentase penduduk berusia 16-18 tahun yang tingkat pendidikan sekolah menengah atas (SMA) terendah menunjukkan angka 37,59% di kabupaten Sampang dan persentase tertinggi mencapai 87,27% di kabupaten Mojokerto.

Variabel  $X_3$  yakni persentase penduduk miskin dengan rata-rata sebesar 12,103 dan varians sebesar 30,021. Bila terdapat 100 penduduk Indonesia pada tahun 2013 maka rata-rata terdapat 12 jiwa penduduk di Provinsi Jawa Timur yang dinyatakan miskin. Persentase penduduk miskin terendah menunjukkan angka 1,99% di kabupaten Mojokerto dan persentase tertinggi mencapai 27,08% di kabupaten Sampang. Selain persentase penduduk miskin, karakteristik variabel  $X_4$  yakni jumlah pengangguran dengan rata-rata sebesar 33139 dan varians sebesar 760158279. Jumlah pengangguran di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 terendah mencapai 2404 jiwa di kota Surabaya dan tertinggi mencapai 91901 jiwa di kabupaten Bangkalan. Untuk variabel  $X_5$  yakni luas geografis dengan rata-rata sebesar 1262 km<sup>2</sup> dan varians sebesar 849193. Luas geografis di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 terendah mencapai 20 km<sup>2</sup> di kota Mojokerto dan tertinggi mencapai 3606 km<sup>2</sup> di kabupaten Banyuwangi.

Kriminalitas Pencurian motor tiap kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan dalam diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah. Visualisasi pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kabupaten/kota yang memiliki jumlah kriminalitas pencurian motor tertinggi ialah Kota Malang sebesar 502 kasus. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki jumlah kriminalitas pencurian motor terendah ialah Kota Surabaya sebesar 26 kasus. Terdapat 26 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang memiliki jumlah kriminalitas pencurian motor lebih rendah dari kriminalitas provinsi Jawa Timur secara keseluruhan (92 kasus) yakni Kota Surabaya, Kota Mojokerto, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kota Blitar, Kota Kediri, Kabupaten Sampang, Kabupaten Tuban, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Magetan, Kabupaten Madiun, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Kediri, Kabupaten Blitar, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Ponorogo dan Kabupaten Pacitan.



**Gambar 4.1** Diagram Batang Kriminalitas Pencurian Motor Tiap Kabupaten/kota di Jawa Timur

#### 4.2 Pemodelan Kriminalitas Pencurian Motor Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline*

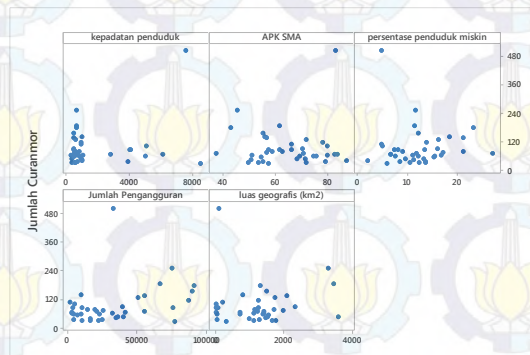
Pemodelan kriminalitas pencurian motor di Provinsi Jawa Timur sebagai variabel respon dengan faktor yang diduga mempengaruhi dilakukan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik *Spline*. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan



pemodelan ialah membentuk scatter plot antara Jumlah kriminalitas pencurian motor dengan masing-masing faktor yang diduga mempengaruhi, membentuk model regresi nonparametrik *Spline* untuk estimasi parameter, memilih titik knot optimal yang menghasilkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) terkecil, membentuk persamaan regresi dengan knot yang paling optimal, uji estimasi parameter, uji residual, dan interpretasi model regresi.

#### 4.2.1 Scatterplot antara Jumlah kriminalitas pencurian motor dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Pola hubungan yang terbentuk antara variabel respon yakni jumlah kriminalitas pencurian motor dengan variabel prediktor yaitu kepadatan penduduk ( $X_1$ ), angka partisipasi kasar (APK) SMA ( $X_2$ ), persentase penduduk miskin ( $X_3$ ), jumlah pengangguran ( $X_4$ ) dan luas geografis ( $X_5$ ) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pola hubungan yang terbentuk antara jumlah kriminalitas pencurian motor ( $Y$ ) dengan lima variabel yang diduga memengaruhinya. Berdasarkan hasil *scatterplot* tersebut ada kecenderungan bahwa kelima pola data tidak ada yang membentuk suatu pola tertentu. Dengan demikian, dalam pemodelan regresi digunakan pendekatan regresi nonparametrik.



**Gambar 4.2** Scatterplot antara Jumlah Kriminalitas Pencurian Motor ( $Y$ ) dengan Lima Variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ , dan  $X_5$

#### 4.2.2 Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Setelah melihat pola hubungan antara jumlah kriminalitas pencurian motor dengan lima variabel yang diduga berpengaruh maka selanjutnya adalah memodelkan data tersebut. Metode yang digunakan untuk memodelkan jumlah kriminalitas pencurian motor dengan variabel yang diduga berpengaruh adalah regresi nonparametrik *Spline*. Alasan penggunaan metode tersebut telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Adapun model matematis dari regresi nonparametrik *Spline* dengan  $q$  variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=0}^p \gamma_{kj} t_{kji}^j + \sum_{j=1}^r \gamma_{kjp+j} (t_{ki} - K_{kj})_+^p \right) + \varepsilon_i$$

#### 4.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimum

Dalam pendekatan regresi nonparametrik *Spline*, dikenal adanya titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku data. Didalam sebuah plot antara variabel respon dan prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum.

##### 4.2.3.1 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

Pemilihan titik knot optimum pada variabel-variabel yang diduga mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor dengan menggunakan metode GCV dimulai dengan menggunakan satu titik knot. Dengan menggunakan satu titik knot tersebut diharapkan dapat menemukan nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV paling minimum diharapkan nantinya dapat menghasilkan model *Spline* terbaik. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu



titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 x_2 + \hat{\gamma}_4 (x_2 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_5 x_3 + \hat{\gamma}_6 (x_3 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_7 x_4 + \hat{\gamma}_8 (x_4 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_9 x_5 + \hat{\gamma}_{10} (x_5 - K_5)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu titik knot.

**Tabel 4.2** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

No.	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	8364,37	548,71	38,60	2,50	4230,47	93,18
2	8988,52	715,43	39,62	3,01	6056,94	166,37
3	9027,11	882,14	40,63	3,53	7883,41	239,55
4	<b>5294,47</b>	<b>8384,29</b>	<b>86,26</b>	<b>26,57</b>	<b>90074,53</b>	<b>3532,82</b>
5	5650,78	8217,57	85,24	26,57	88248,06	3459,63
6	5729,42	7884,14	83,12	25,03	84595,12	3313,27
7	7911,69	7384	80,17	23,49	79115,71	3093,71
8	8457,50	1715,71	45,70	6,09	17015,76	605,47
9	8472,61	1882,43	46,71	6,60	18842,22	678,65
10	8497,10	2049,14	47,73	7,11	20668,69	751,84

Berdasarkan Tabel 4.2, nilai GCV paling minimum adalah 5294,47, dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$K_1 = 8384,29 \quad K_2 = 86,26 \quad K_3 = 26,57$$

$$K_4 = 90074,53 \quad K_5 = 3532,82$$

Selanjutnya, hasil dari GCV dengan menggunakan satu titik knot akan dibandingkan dengan hasil dari GCV dengan menggunakan dua titik knot, dan tiga titik knot. Perbandingan hasil GCV tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai GCV yang paling minimum dan diharapkan dapat menghasilkan model *Spline* terbaik.

#### 4.2.3.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan dua titik



knot. Proses yang akan dilakukan sama halnya dengan sebelumnya menggunakan satu titik sehingga diperoleh nilai GCV yang paling minimum dengan menggunakan dua titik knot.

Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 x_2 + \hat{\gamma}_5 (x_2 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 x_3 + \hat{\gamma}_8 (x_3 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_9 (x_3 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_{10} x_4 + \hat{\gamma}_{11} (x_4 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{12} (x_4 - K_8)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_5 + \hat{\gamma}_{14} (x_5 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{15} (x_5 - K_{10})_+$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan dua titik knot. Sama halnya dengan menggunakan satu titik knot, untuk memperoleh knot yang optimum dipilih melalui nilai GCV yang paling minimum.

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan dua titik knot.

**Tabel 4.3** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

No.	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	1220,83	7217,29	79,16	22,98	7728,24	3020,53
		8050,86	84,23	25,54	86421,59	3386,45
2	1215,87	6550,43	75,1	20,93	69983,37	2727,8
		7050,57	78,14	22,47	75462,78	2947,35
3	1238,56	7384	80,17	23,5	79115,71	3093,71
		8050,86	84,23	25,54	86421,59	3386,45
4	1239,16	7050,57	78,14	22,47	75462,78	2947,35
		7384	80,17	23,5	79115,71	3093,71
5	1240,31	7050,57	78,14	22,47	75462,78	2947,35
		7550,71	81,19	24,01	80942,18	3166,9
6	1222,47	6550,43	75,1	20,93	69983,37	2727,8
		6883,86	77,13	21,96	73636,31	2874,16
7	1218,88	6550,43	75,1	20,93	69983,37	2727,8
		6717,14	76,12	21,45	71809,84	2800,98
8	1189,95	6217	73,07	19,91	66330,43	2581,43
		7050,57	78,15	22,47	75462,78	2947,35

9	1160,99	6383,71	74,09	20,42	68156,9	2654,61
		6717,14	76,12	21,45	71809,84	2800,98

**Tabel 4.3** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot  
(Lanjutan)

No	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
10	1167,37	6217	73,07	19,91	66330,43	2581,43
		6717,14	76,12	21,45	71809,84	2800,98

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 1160,99 dengan dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

( $K_1 = 6383,71$  ;  $K_2 = 6717,14$ ),

( $K_3 = 74,09$  ;  $K_4 = 76,12$ ),

( $K_5 = 20,42$  ;  $K_6 = 21,45$ ),

( $K_7 = 68156,90$  ;  $K_8 = 71809,84$ ),

( $K_9 = 2654,61$  ;  $K_{10} = 2800,98$ ).

#### 4.2.3.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot dan dua titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot, sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ +$$

$$\begin{aligned} & \hat{\gamma}_8(x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9x_3 + \hat{\gamma}_{10}(x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11}(x_3 - K_8)_+ + \\ & \hat{\gamma}_{12}(x_3 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{13}x_4 + \hat{\gamma}_{14}(x_4 - K_{10})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{16}(x_4 - K_{12})_+ + \hat{\gamma}_{17}x_5 + \hat{\gamma}_{18}(x_5 - K_{13})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{19}(x_5 - K_{14})_+ + \hat{\gamma}_{20}(x_5 - K_{15})_+ \end{aligned}$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan tiga titik knot. Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik *Spline* dengan menggunakan tiga titik knot.

**Tabel 4.4** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

No	GCV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	702,1 4	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1483,67
		6217	73,07	19,91	66330,4 3	2581,43
		7384	80,17	23,49	79115,7 1	3093,71
2	690,6 4	3716,29	6217	755071	57,87	73,07
		81,19	12,23	19,91	24,01	38933,39
		66330,4 3	80942,1 8	1483,6 7	2581,43	3166,9
3	694,9 1	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1410,49
		6217	73,07	19,91	68156,9	2654,61
		755071	81,19	24,01	69983,3 7	2727,8
4	699,3 5	3549,57	56,85	11,72	37106,9 2	1410,49
		6217	73,07	19,91	66330,4 3	2581,43
		6717,14	76,12	21,45	71809,8 4	2800,98
5	705,3 6	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1483,67
		6550,43	75,1	20,93	69983,3	2727,8



					7	
		6717,14	76,12	21,45	71809,8 4	2800,98
6	680,1 2	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1483,67
		6217	73,07	19,91	66330,4 3	2581,43
		6550,43	75,1	20,93	69983,3 7	2727,8
7	696,1 7	3549,57	56,85	11,72	37106,9 2	1410,49
		6271	73,07	19,91	66330,4 3	2581,43
		7717,43	82,2	24,52	82768,6 5	3240,08
8	695,2 0	3716,29	57,87	12,23	38933,9 3	1483,67
		6383,71	74,09	20,42	68156,9	2654,61
		6717,14	76,12	21,45	71809,8 4	2800,98
9	684,9 7	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1483,67
		6383,71	74,09	20,42	68156,9	2654,61
		6550,43	75,1	20,93	69983,3 7	2727,8
10	693,4 8	3716,29	57,87	12,23	38933,3 9	1483,67
		6217	73,07	19,91	66330,4 3	2581,43
		7717,43	82,2	24,52	82768,6 5	3240,08

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 680,12 dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

( $K_1 = 3716,29$ ;  $K_2 = 6217$ ;  $K_3 = 6550,43$ ),

( $K_4 = 57,87$ ;  $K_5 = 73,07$ ;  $K_6 = 75,10$ ),

( $K_7 = 12,23$ ;  $K_8 = 19,91$ ;  $K_9 = 20,93$ ),

$(K_{10}=38933,39; K_{11}=66330,43; K_{12}=69983,37),$   
 $(K_{13}=1483,67; K_{14}=2581,43; K_{15}=2727,80).$

Berdasarkan hasil dari pemilihan titik knot yang paling optimum yang telah dilakukan, maka berikut adalah ringkasan GCV terkecil yang dihasilkan.

GCV dengan satu titik knot = 5294,47

GCV dengan dua titik knot = 1160,99

GCV dengan tiga titik knot = 680,12

Dari nilai GCV terkecil yang dihasilkan dengan berbagai titik knot, dapat dilihat bahwa nilai GCV yang paling minimum adalah menggunakan tiga titik knot, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan nilai GCV dari tiga titik knot. Adapun model regresi nonparametrik *Spline* paling terbaik dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \\ & \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \\ & \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9 x_3 + \hat{\gamma}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \\ & \hat{\gamma}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_4 + \hat{\gamma}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \hat{\gamma}_{17} x_5 + \hat{\gamma}_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\gamma}_{20} (x_5 - K_{15})_+\end{aligned}$$

#### 4.2.4 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Model regresi nonparametrik *Spline* terbaik dihasilkan melalui perolehan titik knot optimum. Berdasarkan proses pemilihan titik knot yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa titik knot paling optimum adalah dengan menggunakan tiga titik knot. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan tiga titik knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -0,13 - 0,01x_1 + 0,02 (x_1 - 3716,29)_+ + 2,99 (x_1 - 6217)_+ + \\ & -3,55 (x_1 - 6550,43)_+ + 2,61x_2 - 3,59 (x_2 - 57,87)_+ + \\ & -1,37 (x_2 - 73,07)_+ + 0,80 (x_2 - 75,10)_+ - 2,31x_3 + \\ & 9,86 (x_3 - 12,23)_+ - 3,76 (x_3 - 19,91)_+ - 4,77 (x_3 - 20,93)_+ +\end{aligned}$$

$$0,001 x_4 + 0,0005 (x_4 - 38933,39)_+ - 0,03 (x_4 - 66330,43)_+ + \\ 0,03 (x_4 - 69983,37)_+ - 0,06 x_5 + 0,057 (x_5 - 1483,67)_+ + \\ 5,13 (x_5 - 2581,43)_+ - 5,99 (x_5 - 2727,80)_+$$

Model regresi *Spline* dengan tiga titik knot ini memiliki  $R^2$  sebesar 97,28%. Hal ini memiliki arti bahwa model regresi *Spline* tersebut dapat menjelaskan jumlah kriminalitas pencurian motor sebesar 97,28%.

#### 4.2.5 Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Pengujian parameter model regresi nonparametrik *Spline* dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter yang didapatkan dari hasil pemodelan dengan regresi nonparametrik *Spline*. Atau dengan kata lain, pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang dihasilkan dari pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik *Spline* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor. Adapun tahap yang dilakukan dalam pengujian parameter model ini dimulai dengan pengujian parameter secara serentak. Apabila dalam pengujian parameter secara serentak diperoleh hasil yang signifikan atau terbukti parameter berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor, maka selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara individu/parsial. Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor.

##### 4.2.5.1 Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Untuk melakukan pengujian parameter secara serentak maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_{20} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \gamma_j \neq 0 ; j=1,2,\dots,20$$



Hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik *Spline* secara serentak disajikan pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

**Tabel 4.5** ANOVA Model Regresi *Spline* Secara Serentak

Sumber	Df	Sum of Square	Mean Square	F <sub>hitung</sub>	P-value
Regresi	20	256722,3	12836,12	30,48	0,001656111
Error	17	7159,19	421,129		
Total	37	263881,5			

Berdasarkan hasil ANOVA seperti yang disajikan pada Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai p-value adalah kurang dari nilai  $\alpha$  yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,05 dan  $F_{hitung}$  (30,48)  $> F_{(0,05;20;17)}$  (2,23). Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak. Jadi, terdapat minimal satu parameter yang signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor. Selanjutnya, untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor maka perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial.

#### 4.2.5.2 Pengujian Parameter Secara Parsial

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 20$$

Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara parsial.

**Tabel 4.6** Parameter Model Regresi Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	P-value	Keputusan
	$\gamma_0$	-0,13	0,46	Tidak signifikan
$X_1$	$\gamma_1$	-0,01	0,09	Tidak signifikan

**Tabel 4.6** Parameter Model Regresi Secara Parsial (lanjutan)

Variabel	Parameter	Koefisien	P-value	Keputusan
	$\gamma_2$	0,02	0,176	Tidak signifikan
	$\gamma_3$	2,99	7,52E-11	signifikan
	$\gamma_4$	-3,55	6,32E-11	signifikan

X <sub>2</sub>	$\gamma_5$	2,62	0,0001	signifikan
	$\gamma_6$	-3,59	0,008	signifikan
	$\gamma_7$	-1,37	0,45	Tidak signifikan
	$\gamma_8$	0,80	0,41	Tidak signifikan
X <sub>3</sub>	$\gamma_9$	-2,32	0,42	signifikan
	$\gamma_{10}$	9,86	0,03	Tidak signifikan
	$\gamma_{11}$	-3,76	0,21	Tidak signifikan
	$\gamma_{12}$	-4,77	0,13	Tidak signifikan
X <sub>4</sub>	$\gamma_{13}$	0,001	0,08	Tidak signifikan
	$\gamma_{14}$	-0,0005	0,65	Tidak signifikan
	$\gamma_{15}$	-0,03	0,02	signifikan
	$\gamma_{16}$	0,03	0,01	signifikan
X <sub>5</sub>	$\gamma_{17}$	-0,06	0,02	signifikan
	$\gamma_{18}$	0,06	0,14	Tidak signifikan
	$\gamma_{19}$	5,13	8,95E-06	signifikan
	$\gamma_{20}$	-5,99	7,88E-06	signifikan

Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak signifikan terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor. Meskipun terdapat parameter yang signifikan, namun secara keseluruhan kelima variabel berpengaruh terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor.

#### 4.2.6 Pengujian Asumsi Residual

Model yang dihasilkan dengan menggunakan analisis regresi nonparametrik *Spline* harus memenuhi beberapa asumsi. Asumsi tersebut antara lain residual harus identik, independen dan berdistribusi normal. Berikut akan disajikan hasil dari pengujian asumsi residual.

##### 4.2.6.1 Asumsi Identik

Untuk melakukan pengujian asumsi residual bersifat identik maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i=1,2,\dots,n$$

Pengujian identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen) atau tidak, atau dengan kata lain uji identik dilakukan pada keadaan

heterokedastisitas. Heterokedastisitas adalah keadaan dimana residual tidak homogen. Salah satu cara untuk mengidentifikasi terjadinya heterokedastisitas adalah dengan menggunakan uji glejser. Uji glejser dilakukan dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor yang signifikan terhadap model. Berikut adalah hasil uji *Glejser*.

**Tabel 4.7** ANOVA dari Uji *Glejser*

Sumber	Df	Sum of Square	Mean Square	Fhitung	P-value
Regresi	20	696,8528	34,84264	0,2495254	0,9980877
Error	17	2373,806	139,6356		
Total	37	3070,658			

Berdasarkan ANOVA yang diperoleh dari hasil uji *Glejser* seperti yang disajikan pada Tabel 4.7 diketahui bahwa p-value adalah sebesar 0,9980877. P-value yang didapatkan adalah lebih besar dari nilai  $\alpha(0,05)$  dan  $F_{hitung}(0,249) < F_{(0,05;20;17)}(2,23)$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa keputusannya adalah  $H_0$  gagal ditolak. Jadi dapat diartikan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa residual telah memenuhi asumsi identik.

#### 4.2.6.2 Asumsi Independen

Untuk melakukan pemeriksaan asumsi residual independen maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

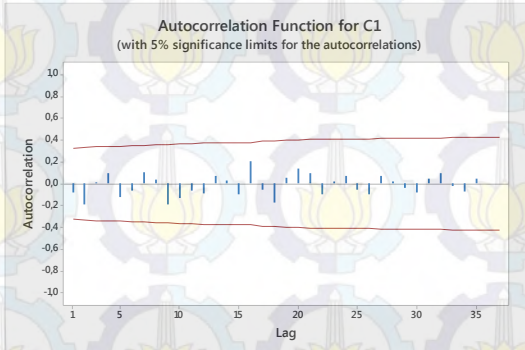
$H_0 : \rho = 0$  (residual independen)

$H_1 : \rho \neq 0$  (residual tidak independen)

Pengujian asumsi residual bersifat independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual nol atau tidak. Asumsi residual independen terpenuhi apabila tidak terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Plot ACF adalah



salah satu cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi antar residual. Asumsi residual independen terpenuhi jika pada plot ACF tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Berikut disajikan plot ACF dari residual.



**Gambar 4.3** ACF dari Residual

Berdasarkan plot ACF yang dihasilkan seperti pada Gambar 4.3 terlihat bahwa autokorelasi pada semua lag berada di dalam batas signifikansi sebesar  $(\pm 0,329)$  atau bisa dikatakan bahwa tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  gagal ditolak, maka residual telah memenuhi asumsi independen.

#### 4.2.6.3 Uji Distribusi Normal

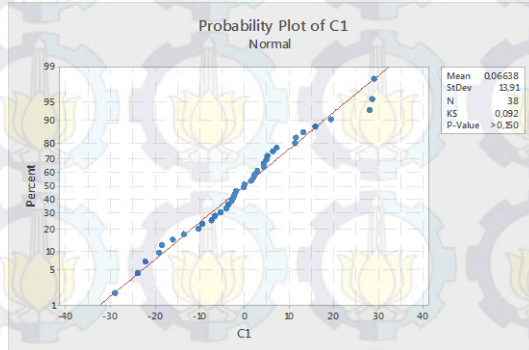
Untuk melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal digunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F_0(x) = F(x)$  (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_0(x) \neq F(x)$  (residual tidak berdistribusi normal)

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti distribusi normal atau tidak. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk melakukan uji distribusi normal adalah dengan melihat *Normal Probability Plot Residual*. Residual telah dikatakan berdistribusi normal apabila *Normal Probability Plot Residual* cenderung mengikuti garis lurus  $45^\circ$ . Cara lain untuk melakukan pengujian

distribusi normal dapat dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut adalah hasil uji distribusi normal menggunakan Kolmogorov-Smirnov.



**Gambar 4.4** Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa p-value yang dihasilkan dari uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai  $>0.150$ , nilai ini lebih dari nilai  $\alpha(0,05)$  dan nilai  $|D_{maks}(0,731)| > q_{(1-0,05)}(0,289)$ . Maka dapat diputuskan  $H_0$  gagal ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi berdistribusi normal.

#### 4.2.7 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan model regresi nonparametrik *Spline* yang terbaik adalah dengan menggunakan tiga knot. Berikut adalah model terbaik tiga titik knot.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -0,13 - 0,01x_1 + 0,02(x_1 - 3716,29)_+ + 2,99(x_1 - 6217)_+ + \\ & -3,55(x_1 - 6550,43)_+ + 2,61x_2 - 3,59(x_2 - 57,87)_+ + \\ & -1,37(x_2 - 73,07)_+ + 0,80(x_2 - 75,10)_+ - 2,31x_3 + \\ & 9,86(x_3 - 12,23)_+ - 3,76(x_3 - 19,91)_+ - 4,77(x_3 - 20,93)_+ + \\ & 0,001x_4 + 0,0005(x_4 - 38933,39)_+ - 0,03(x_4 - 66330,43)_+ + \\ & 0,03(x_4 - 69983,37)_+ - 0,06x_5 + 0,057(x_5 - 1483,67)_+ + \\ & 5,13(x_5 - 2581,43)_+ - 5,99(x_5 - 2727,80)_+ \end{aligned}$$

dari model tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila variabel  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ , dan  $x_5$ , dianggap konstan maka besar pengaruh kepadatan penduduk terhadap pencurian motor adalah

$$\hat{y} = -0,01x_1 + 0,02(x_1 - 3716,29)_+ + 2,99(x_1 - 6217)_+ - 3,55(x_1 - 6550,43)_+$$

$$= \begin{cases} -0,01x_1 & ; x_1 < 3716,29 \\ 0,01x_1 - 74,3258 & ; 3716,29 < x_1 < 6217 \\ 3x_1 - 18663,15 & ; 6217 \leq x_1 < 6550,43 \\ -0,55x_1 + 458,34 & ; x_1 \geq 6550,43 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk kurang dari 3716,29 jiwa per kilometer persegi dan apabila kepadatan penduduk naik 100 satuan, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang sebesar 1 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Pacitan, kabupaten Situbondo, kabupaten Banyuwangi, kabupaten Bondowoso, kabupaten Sumenep, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Trenggalek, kabupaten Lumajang, kabupaten Tuban, kabupaten Ngawi, kabupaten Madiun, kabupaten Ponorogo, kabupaten Blitar, kabupaten Probolinggo, kabupaten Lamongan, kabupaten Bangkalan, kabupaten Jember, kabupaten Malang, kabupaten Sampang, kabupaten Nganjuk, kabupaten Tulungagung, kabupaten Magetan, kabupaten Gresik, kota Batu, kabupaten Kediri, kabupaten Pamekasan, kabupaten Pasuruan, kabupaten Mojokerto, kabupaten Jombang, kabupaten Sidoarjo. Apabila pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan kepadatan penduduk antara 3716,29 sampai 6217 jiwa per kilometer persegi, jika kepadatan penduduk naik 100 satuan, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung bertambah 1 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk dalam



segmen ini adalah kota Probolinggo, kota Blitar, kota Kediri, kota Pasuruan, kota Madiun, kota Mojokerto.

Selanjutnya, pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan kepadatan penduduk antara 6217 sampai 6550,43 jiwa per kilometer persegi, jika kepadatan penduduk naik 100 satuan, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung bertambah 300 kasus. Pada kabupaten/kota dengan kepadatan penduduk lebih dari 6550,43 jiwa per kilometer persegi dan jika kepadatan penduduk naik 100 satuan, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang 55 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kota Malang, dan kota Surabaya.

2. Apabila variabel  $x_1$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ , dan  $x_5$ , dianggap konstan maka besar pengaruh angka partisipasi kasar (APK) SMA terhadap pencurian motor adalah

$$\hat{y} = 2,61x_2 - 3,59(x_2 - 57,87)_+ - 1,37(x_2 - 73,07)_+ + 0,80(x_2 - 75,10)_+$$

$$= \begin{cases} 2,61x_2 & ; & x_2 < 57,87 \\ -0,98x_2 + 207,75 & ; & 57,87 \leq x_2 < 73,07 \\ -2,35x_2 + 307,86 & ; & 73,07 \leq x_2 < 75,10 \\ -1,55x_2 + 247,78 & ; & x_2 \geq 75,10 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan angka partisipasi kasar (APK) SMA kurang dari 57,87 persen per 100 penduduk yang berusia 16-18 tahun, jika angka partisipasi kasar (APK) SMA naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung bertambah 261 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Sampang, kabupaten Bangkalan, kabupaten Jember, kabupaten Blitar, kabupaten Pasuruan, kabupaten Pacitan, kabupaten Situbondo, kabupaten Nganjuk, kabupaten Lumajang, kabupaten Pamekasan, kabupaten Sumenep, kabupaten uban, kota

Surabaya, kabupaten Trenggalek. Apabila pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan angka partisipasi kasar (APK) SMA antara 57,87 persen sampai 73,07 per 100 penduduk yang berusia 16-18 tahun, jika angka partisipasi kasar (APK) SMA naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang 98 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Probolinggo, kota Blitar, kabupaten Malang, kabupaten Tulungagung, kota Batu, kota Kediri, kabupaten Kediri, kota Pasuruan, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Ponorogo, kabupaten Banyuwangi, kabupaten Madiun, kabupaten Lamongan.

Selanjutnya, pada kabupaten/kota dengan angka partisipasi kasar (APK) SMA antara 73,07 persen sampai 75,10 persen per 100 penduduk yang berusia 16-18 tahun, jika angka partisipasi kasar (APK) SMA naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang 235 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Magetan. Pada kabupaten/kota dengan angka partisipasi kasar (APK) SMA lebih dari 75,10 persen per 100 penduduk yang berusia 16-18 tahun dan jika angka partisipasi kasar (APK) SMA naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung berkurang 155 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Ngawi, kabupaten Gresik, kota Probolinggo, kota Madiun, kabupaten Jombang, kota Mojokerto, kota Malang, kabupaten Sidoarjo, kabupaten Mojokerto.

3. Apabila variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_4$ , dan  $x_5$ , dianggap konstan maka besar pengaruh persentase penduduk miskin terhadap pencurian motor adalah



$$\hat{y} = -2,31x_3 + 9,86(x_3 - 12,23)_+ - 3,76(x_3 - 19,91)_+ - 4,77(x_3 - 20,93)_+$$

$$= \begin{cases} -2,31x_3 & ; \quad x_3 < 12,23 \\ 7,55x_3 - 120,59 & ; \quad 12,23 \leq x_3 < 19,91 \\ 3,79x_3 - 45,73 & ; \quad 19,91 \leq x_3 < 20,93 \\ -0,98x_3 + 54,11 & ; \quad x_3 \geq 20,93 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan persentase penduduk miskin kurang dari 12,23 persen per 100 penduduk Indonesia yang dinyatakan miskin, jika persentase penduduk miskin naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung berkurang 231 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Mojokerto, kota Batu, kota Malang, kota Madiun, kota Surabaya, kota Mojokerto, kabupaten Sidoarjo, kota Blitar, kota Pasuruan, kota Kediri, kota Probolinggo, kabupaten Tulungagung, kabupaten Banyuwangi, kabupaten Blitar, kabupaten Jombang, kabupaten Pasuruan, kabupaten Malang, kabupaten Jember, kabupaten Ponorogo, kabupaten Lumajang, kabupaten Magetan. Apabila pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan persentase penduduk miskin antara 12,23 persen sampai 19,91 persen per 100 penduduk Indonesia yang dinyatakan miskin, jika persentase penduduk miskin naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung bertambah 755 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Madiun, kabupaten Kediri, kabupaten Trenggalek, kabupaten Nganjuk, kabupaten Situbondo, kabupaten Gresik, kabupaten Bondowoso, kabupaten Ngawi, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Lamongan, kabupaten Pacitan, kabupaten Tuban, kabupaten Pamekasan.



Selanjutnya, pada kabupaten/kota dengan persentase penduduk miskin antara 19,91 persen sampai 20,93 persen per 100 penduduk Indonesia yang dinyatakan miskin, jika persentase penduduk miskin naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan bertambah 379 kasus. Pada kabupaten/kota dengan persentase penduduk miskin lebih dari 20,93 persen per 100 penduduk Indonesia yang dinyatakan miskin, jika persentase penduduk miskin naik 100%, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang 98 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kabupaten Probolinggo, kabupaten Sumenep, kabupaten Bangkalan, dan kabupaten Sampang.

4. Apabila variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , dan  $x_5$ , dianggap konstan maka besar pengaruh jumlah pengangguran terhadap jumlah kriminalitas pencurian motor adalah

$$\hat{y} = 0,001 x_4 + 0,0005 (x_4 - 38933,39)_+ - 0,03 (x_4 - 66330,43)_+ + 0,03 (x_4 - 69983,37)_+$$

$$= \begin{cases} 0,001x_4 & ; & x_4 < 38933,39 \\ 0,0015x_4 - 19,47 & ; & 38933,39 \leq x_4 < 66330,43 \\ -0,028x_4 + 1970,45 & ; & 66330,43 \leq x_4 < 69983,37 \\ 0,0015x_4 - 129,05 & ; & x_4 \geq 69983,37 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan jumlah pengangguran kurang dari 38933,39 jiwa per kilometer persegi, jika jumlah pengangguran naik 100 satuan, maka tidak terjadi kasus kriminalitas pencurian motor. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kota Batu, Kabupaten Pacitan, kota Mojokerto, kota Blitar, kota Probolinggo, kota Pasuruan, kota Madiun, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Magetan, Kabupaten Situbondo, kota Kediri,

Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Madiun, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Blitar, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Tuban, Kabupaten Jombang, kota Malang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Kediri.

Apabila pada kabupaten/kota di Jawa Timur dengan jumlah pengangguran antara 38933,39 sampai 66330,43 jiwa per kilometer persegi, jika jumlah pengangguran naik 100 satuan, maka tidak terjadi kasus kriminalitas pencurian motor. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Sumenep, Kabupaten Ponorogo.

Selanjutnya, pada kabupaten/kota dengan jumlah pengangguran antara 66330,43 sampai 69983,37 jiwa per kilometer persegi, jika jumlah pengangguran naik 100 satuan, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung berkurang 2 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Malang. Pada kabupaten/kota dengan jumlah pengangguran lebih dari 69983,37 jiwa per kilometer persegi dan jika jumlah pengangguran naik 100 satuan, maka tidak terjadi kasus kriminalitas pencurian motor. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Jember, Kabupaten Trenggalek, Kota Surabaya, Kabupaten Gresik, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bangkalan.

5. Apabila variabel  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , dan  $x_4$ , dianggap konstan maka besar pengaruh luas geografis terhadap pencurian motor adalah

$$\hat{y} = -0,06 x_5 + 0,057 (x_5 - 1483,67)_+ + 5,13 (x_5 - 2581,43)_+ + -5,99 (x_5 - 2727,80)_+$$



$$= \begin{cases} -0,06x_5 & ; & x_5 < 1483,67 \\ -0,003x_5 - 84,57 & ; & 1483,67 \leq x_5 < 2581,43 \\ 5,12x_5 - 13,33 & ; & 2581,43 \leq x_5 < 2727,80 \\ -0,87x_5 - 3012,22 & ; & x_5 \geq 2727,80 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa pada kabupaten/kota dengan luas geografis kurang dari 1483,67 kilometer persegi, jika luas geografis naik 100 kilometer persegi, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung berkurang 6 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah kota Mojokerto, kota Blitar, kota Madiun, kota Pasuruan, kota Probolinggo, kota Kediri, kota Malang, kota Batu, kota Surabaya, Kabupaten Magetan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Madiun, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Pacitan.

Pada kabupaten/kota dengan luas geografis antara 1483,67 sampai 2581,43 kilometer persegi, jika luas geografis naik 100 kilometer persegi, maka tidak terjadi kasus kriminalitas pencurian motor. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Kediri, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbendi, Kabupaten Probolinggo Kabupaten Lamongan, Kabupaten Blitar, Kabupaten Tuban, Kabupaten Sumenep, Kabupaten Bojonegoro.

Apabila Pada kabupaten/kota dengan luas geografis antara 2581,43 sampai 2727,80 kilometer persegi, jika luas geografis naik 100 kilometer persegi, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan cenderung bertambah 512 kasus. Selanjtnya, Pada kabupaten/kota dengan luas geografis lebih dari 2727.80 kilometer persegi dan jika luas geografis



naik 100 kilometer persegi, maka jumlah kriminalitas pencurian motor akan berkurang 87 kasus. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2014). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2014*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Budiantara, I. N. (2009). *Spline Dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik : Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Datang*. Surabaya: ITS Press.
- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*, Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- Daniel. W, Wayne. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan* . Jakarta: Gramedia
- Drapper, N.R. dan Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. 014
- Eubank, R.L.(1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.Inc.
- Gujarati, D. (1992). *Essentials of Econometrics*. New York : McGraw-Hill.Inc.
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Kapolri. (2015). <http://www.polri.go.id/2015/operasi-lilin-jatim-peringkat-pertama-gangguan-kriminalitas.html>. Diakses 12 Maret 2015.
- Magrhobi (2014). *Tinjauan Kriminologis Faktor Penyebab Terjadinya Tindak Pidana Pencurian Kendaraan Bermotor Dengan Studi Khusus Di Lembaga Per masyarakatan Lowokwaru Malang*. Skripsi, Fakultas Hukum, Universitas Brawijaya.
- Mubarak, R. (2012). *Analisis Regresi Spline Multivariabel untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur*. Tugas Akhir S1, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Pengertian ahli, (2014). Kepadatan penduduk <http://www.pengertianahli.com/2014/09/kepadatan-penduduk.html#>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2015.
- Ramadani, Neny Riski. (2012). *Tinjauan Kriminologis Tentang Kejahatan Pencurian Kendaraan Bermotor Dengan Studi Kasus Di Kota Makassar Pada Tahun 2007-2011*. Skripsi. Ilmu Hukum. Fakultas Hukum. Universitas Hasanuddin Makassar
- Septyandri, L (2015). *Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kriminalitas Dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline Di Surabaya*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Sulistya (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Gizi Buruk Di Kabupaten Bangkalan Dengan Menggunakan Regresi Spline Sebagai Solusi Untuk Menekan Angka Gizi Buruk*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observation Data*. SIAM Pennsylvania.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wikipedia (2015). Pengertian sapi <http://id.wikipedia.org/wiki/JawaTimur>. Diakses pada tanggal 16 April 2015
- Wikipedia (2015). Pengertian sapi <http://id.wikipedia.org/wiki/Motor>. Diakses pada tanggal 16 April 2015
- Yeni (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Persentase Tindak Pidana Di Indonesia*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian kriminalitas pencurian motor di Provinsi Jawa Timur adalah sebagai berikut.

- 1 Kabupaten/kota yang memiliki jumlah kriminalitas pencurian motor tertinggi ialah Kota Malang sebesar 502 kasus. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki jumlah kriminalitas pencurian motor terendah ialah Kota Surabaya sebesar 26 kasus. Kabupaten/kota yang memiliki kepadatan penduduk terkecil pada tahun 2013 yakni sebesar 382 jiwa di kabupaten Pacitan dan kepadatan penduduk terbesar mencapai angka 8551 jiwa di kota Surabaya. Untuk kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk berusia 16-18 tahun yang tingkat pendidikan sekolah menengah atas (SMA) terendah menunjukkan angka 37,59% di kabupaten Sampang dan persentase tertinggi mencapai 87,27% di kabupaten Mojokerto. Kemudian kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk miskin terendah menunjukkan angka 1,99% di kabupaten Mojokerto dan persentase tertinggi mencapai 27,08% di kabupaten Sampang. Kabupaten/kota yang memiliki jumlah pengangguran di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 terendah mencapai 2404 jiwa di kota Surabaya dan tertinggi mencapai 91901 jiwa di kabupaten Bangkalan. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki luas geografis di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 terendah mencapai 20 km<sup>2</sup> di kota Mojokerto dan tertinggi mencapai 3606 km<sup>2</sup> di kabupaten Banyuwangi.
- 2 Model regresi nonparametrik spline paling optimum dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi jumlah kriminalitas pencurian motor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -0,13 - 0,01x_1 + 0,02 (x_1 - 3716,29)_+ + 2,99 (x_1 - 6217)_+ \\ & - 3,55 (x_1 - 6550,43)_+ + 2,61x_2 - 3,59 (x_2 - 57,87)_+ + \\ & - 1,37 (x_2 - 73,07)_+ + 0,80 (x_2 - 75,10)_+ - 2,31x_3 + \\ & 9,86 (x_3 - 12,23)_+ - 3,76 (x_3 - 19,91)_+ - 4,77 (x_3 - 20,93)_+ + \\ & 0,001 x_4 + 0,0005 (x_4 - 38933,39)_+ - 0,03 (x_4 - 66330,43)_+ \\ & + \\ & 0,03 (x_4 - 69983,37)_+ - 0,06 x_5 + 0,057 (x_5 - 1483,67)_+ + \\ & 5,13 (x_5 - 2581,43)_+ - 5,99 (x_5 - 2727,80)_+ \end{aligned}$$

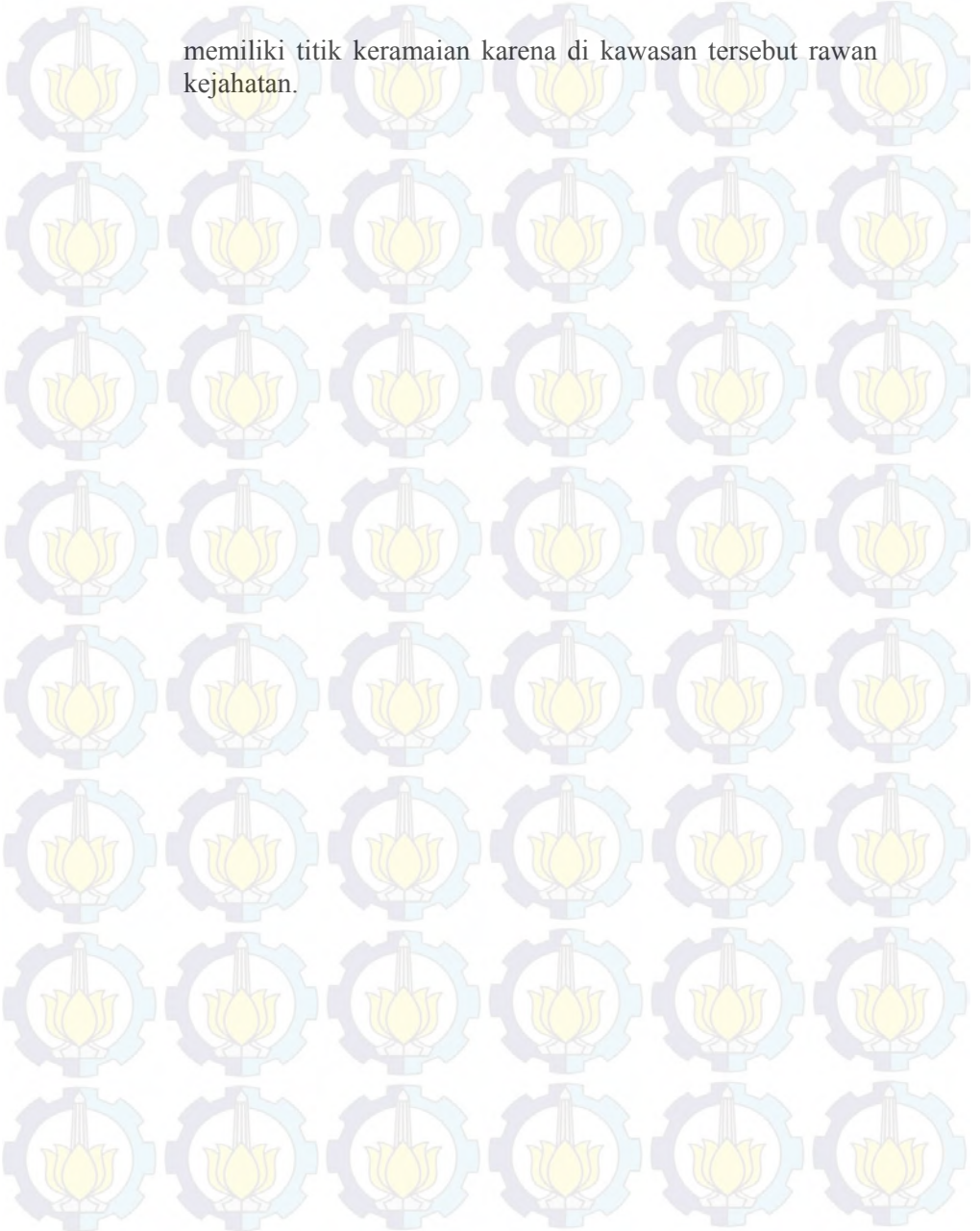
Adapun variabel yang signifikan berpengaruh terhadap model yakni variabel kepadatan penduduk ( $X_1$ ), angka partisipasi kasar (APK) SMA ( $X_2$ ), persentase penduduk miskin ( $X_3$ ), jumlah pengangguran ( $X_4$ ) dan luas geografis ( $X_5$ ). Model regresi spline tersebut menghasilkan koefisien determinasi sebesar 97,28% yang menunjukkan bahwa model regresi Spline tersebut dapat menjelaskan jumlah kriminalitas pencurian motor sebesar 97,28%.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis yaitu pada penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis, maka saran bagi pemerintah yakni diharapkan agar terus mendorong dan membantu masyarakat agar dapat mengikuti pendidikan minimal sampai tingkat SMA karena beresiko melakukan tindak kriminal pencurian motor. Selain itu, sebaiknya pemerintah memperhatikan persebaran penduduk baik penduduk miskin maupun penduduk yang pengangguran.
2. Berdasarkan hasil analisis, maka saran bagi polrestabes Jawa Timur yakni diharapkan memperbanyak patroli dan lebih ditegakkan penegak hukum di setiap wilayah baik luas geografis wilayah tersebut sempit ataupun luas yang

memiliki titik keramaian karena di kawasan tersebut rawan kejahatan.





## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

<b>Lampiran A.</b>	Data Jumlah Pencurian Motor di Jawa Timur dan Faktor – factor yang Diduga Mempengaruhinya Tahun 2013.....	51
<b>Lampiran B1.</b>	Program GCV 1 Knot dengan <i>Software R</i> .....	53
<b>Lampiran B2.</b>	Program GCV 2 Knot dengan <i>Software R</i> .....	56
<b>Lampiran B3.</b>	Program GCV 3 Knot dengan <i>Software R</i> .....	59
<b>Lampiran C.</b>	Program Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan <i>Software R</i> .....	62
<b>Lampiran D.</b>	Program Uji Glejser dengan <i>Software R</i> .....	66
<b>Lampiran E.</b>	<i>Output</i> Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan <i>Software R</i> .....	69
<b>Lampiran F.</b>	<i>Output</i> Uji Glejser dengan <i>Software R</i> .....	72



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran A. Data Jumlah Pencurian Motor di Jawa Timur dan Faktor – factor yang Diduga Mempengaruhinya Tahun 2013

Kabupaten/ Kota	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
Pacitan	59	382	51,28	16,73	3362	1434
Ponorogo	67	606	70,71	11,92	55814	1425
Trenggalek	83	544	57,62	13,56	76790	1257
Tulungagung	75	871	62,72	9,07	14963	1159
Blitar	31	644	49,91	10,57	23046	1765
Kediri	46	998	68,43	13,23	36577	1534
Malang	186	721	61,87	11,48	67132	3478
Lumajang	152	564	55,47	12,14	90452	1514
Jember	251	718	45,47	11,68	75619	3316
Banyuwangi	45	439	71,47	9,61	40639	3606
Bondowoso	51	484	54,81	15,29	7950	1556
Situbondo	30	397	53,67	13,65	10731	1666
Probolinggo	77	650	59,06	21,21	20211	1728
Pasuruan	39	1043	50,96	11,26	35690	1492
Sidoarjo	64	2838	83,95	6,72	42416	722
Mojokerto	38	1079	87,27	1,99	16863	980
Jombang	62	1091	80,08	11,17	32777	1128
Nganjuk	32	795	55,42	13,6	25710	1300
Madiun	31	596	71,8	12,45	16937	1128
Magetan	55	879	74,69	12,19	10490	712
Ngawi	57	587	75,81	15,45	23526	1405
Bojonegoro	89	527	70,41	16,02	39907	2330
Tuban	73	573	56,97	17,23	26330	1993
Lamongan	127	674	71,98	16,18	51721	1759
Gresik	116	981	78,12	13,94	87599	1251
Bangkalan	177	716	43,08	23,23	91901	1310



**Lanjutan Lampiran A. Data Jumlah Pencurian Motor di  
Jawa Timur dan Faktor – factor yang  
Diduga Mempengaruhinya Tahun  
2013**

Kabupaten/ Kota	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
Sampang	68	743	37,59	27,08	21826	1230
Pamekasan	139	1032	55,96	18,53	10361	802
Sumenep	135	508	56,9	21,22	55807	2090
Kota Kediri	83	4129	66,33	8,23	10844	67
Kota Blitar	82	4112	61,72	7,42	4212	33
Kota Malang	502	7644	83,3	4,87	33309	110
Kota Probolinggo	32	3998	79,19	8,55	4744	56
Kota Pasuruan	56	5060	69,35	7,6	5167	38
Kota Mojokerto	65	6190	82,88	6,65	3702	20
Kota Madiun	98	5121	79,9	5,02	5948	34
Kota Surabaya	26	8551	57,41	6	77861	330
Kota Batu	105	981	66,21	4,77	2404	200

Keterangan :

$y$  : Jumlah Pencurian Motor (Kasus)

$x_1$  : Kepadatan Penduduk (Jiwa)

$x_2$  : Angka Partisipasi Kasar SMA (%)

$x_3$  : Persentase Penduduk Miskin (%)

$x_4$  : Jumlah Pengangguran (Jiwa)

$x_5$  : Luas Geografis (Km<sup>2</sup>)

### Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan *Software R*

```
GCV1=function(para)
{
  data=read.table("d://data.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  dataA=data[, (para+2):q]
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
      knot1[j,i]=a[j]
    }
  }
  a1=length(knot1[,1])
  knot1=knot1[2:(a1-1),]
  aa=rep(1,p)
  data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
  data2=data[,2:q]
  a2=nrow(knot1)
  GCV=rep(NA,a2)
  Rsq=rep(NA,a2)
  for (i in 1:a2)
  {
    for (j in 1:m)
    {
      for (k in 1:p)
```

### Lanjutan Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan Software R

```
{
  if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
  data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print(knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 1 knot", "\n")
```



### Lanjutan Lampiran B1. Program GCV 1 Knot dengan Software R

```

cat("=====",""
\n")
print (Rsqr)
cat("=====",""
\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====",""
\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsqr))
cat("=====","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot","\n")
cat("=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="d:/output GCV1.csv")
write.csv(Rsqr,file="d:/output Rsqr1.csv")
write.csv(knot1,file="d:/output knot1.csv")
}

```

## Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan *Software R*

```
GCV2=function(para)
{
  data=read.table("D://data.txt", header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[(i+1)]),max(data[(i+1)]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for (j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
    knot2=cbind(knot2,knot1)
  }
}
```

## Lanjutan Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan Software R

```

knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else
data2[k,j]=data1[k,b]-knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100

```



## Lanjutan Lampiran B2. Program GCV 2 Knot dengan Software R

```

MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsq)

cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot2)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="d:/output GCV2.csv")
write.csv(Rsqr, file="d:/output Rsqr2.csv")
write.csv(knot2, file="d:/output knot2.csv")
}

```

### Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan *Software R*

```
GCV3=function(para)
{
  data=read.table("d://data.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  dataA=data[, (para+2):q]
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  knot=knot[2:(nk-1),]
  a2=nrow(knot)
  z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
  knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot2=rbind(rep(NA,3))
    for (j in 1:(a2-2))
    {
      for (k in (j+1):(a2-1))
      {
        for (g in (k+1):a2)
        {
```

### Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan Software R

```

xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
data1[k,j]=data2[k,b]-knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))

```



### Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan Software R

```

sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
r=max(Rsq)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")

```

### Lanjutan Lampiran B3. Program GCV 3 Knot dengan Software R

```
write.csv(GCV,file="d:/output GCV3.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsq3.csv")
write.csv(knot1,file="d:/output knot3.csv")
}
```

### Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan Software R

```
uji=function(alpha,para)
{
  data=read.table("d://data.txt")
  knot=read.table("d://knot.txt")
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  ybar=mean(data[,1])
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)
  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
  data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],
  data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
  dataA=as.matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
      data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }
}
```

**Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial  
Model Regresi Nonparametrik  
Spline Linear dengan *Software R***

```

    }
  }
  mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.k
not[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13:15])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====","\n")
cat("Estimasi Parameter","\n")
cat("=====","\n")
print(B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan","\n")
}

```



### Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan *Software R*

```

}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)

thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====", "\n")
cat("nilai t hitung", "\n")

```

**Lanjutan Lampiran C. Program Uji Serentak dan Parsial  
Model Regresi Nonparametrik  
Spline Linear dengan Software R**

```

cat("=====","\n")
print(thit)
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
      cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit","\n")
      cat("Regresi    ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
      cat("Error      ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
      cat("Total      ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
      cat("s=",sqrt(MSE),"    Rsq=",Rsq,"\n")
      cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
write.csv(res,file="d:/output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d:/output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d:/output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d:/output uji yhat.csv")
}

```

### Lampiran D. Program Uji Glejser dengan *Software R*

```
glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  res=abs(res)
  res=as.matrix(res)
  rbar=mean(res)
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)
  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],
  data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],
  data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
  dataA=as.matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
      data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }
  mx=cbind(satu,
  data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.knot[,7:9],
  data[,5],data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13:15])
  mx=as.matrix(mx)
  B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
  n1=nrow(B)
  yhat=mx%*%B
  residual=res-yhat
}
```



### Lanjutan Lampiran D. Program Uji Glejser dengan Software R

```

SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan atau terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
}
else
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
}
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")

```

### Lanjutan Lampiran D. Program Uji Glejser dengan *Software R*

```
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit","\n")
cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"","\n")
cat("Error        ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"","\n")
cat("Total        ",p-1," ",SST,"","\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"","\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"","\n")
}
```

### Lampiran E. *Output* Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan *Software R*

---

Estimasi Parameter

---

```
[,1]
[1,] -0.1370275988
[2,] -0.0157325765
[3,]  0.0238022117
[4,]  2.9997643899
[5,] -3.5564317076
[6,]  2.6179120106
[7,] -3.5981144578
[8,] -1.3713108718
[9,]  0.8023906048
[10,] -2.3155846522
[11,]  9.8631580954
[12,] -3.7610854501
[13,] -4.7730549275
[14,]  0.0010964826
```

**Lanjutan Lampiran E. Output Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan Software R**

[15,] 0.0005756632  
 [16,] -0.0278265173  
 [17,] 0.0325519982  
 [18,] -0.0628038078  
 [19,] 0.0573739820  
 [20,] 5.1318567820  
 [21,] -5.9892858249

-----  
 Kesimpulan hasil uji serentak

-----  
 Tolak  $H_0$  yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

-----  
 Kesimpulan hasil uji individu

-----  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4635616

Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.09603902

Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1760393

Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.518247e-11

Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 6.322825e-11

Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001274372

Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.008130575

Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4564304

Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4077068



**Lanjutan Lampiran E. Output Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan Software R**

Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4198584  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02973094  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.2106737  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1326788  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.08535638  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.6520358  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01790318  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01396057  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02208227  
 Gagal tolak  $H_0$  yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1396244  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 8.951405e-06  
 Tolak  $H_0$  yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.883027e-06

---

---

nilai t hitung

---

---

[,1]  
 [1,] -0.7499101  
 [2,] -1.7620044  
 [3,] 1.4118407  
 [4,] 14.1813193  
 [5,] -14.3380308  
 [6,] 4.9279685  
 [7,] -2.9956016  
 [8,] -0.7621242  
 [9,] 0.8489473

**Lanjutan Lampiran E. Output Uji Serentak dan Parsial Model Regresi Nonparametrik Spline Linear dengan Software R**

[10,] -0.8267024

[11,] 2.3725256

[12,] -1.3008305

[13,] -1.5793610

[14,] 1.8267050

[15,] 0.4590181

[16,] -2.6205177

[17,] 2.7398921

[18,] -2.5187657

[19,] 1.5497183

[20,] 6.2411032

[21,] -6.3068275

Analysis of Variance

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	20	256722.3	12836.12	30.48025
Error	17	7159.193	421.129	
Total	37	263881.5		

$s = 20.52143$   $Rsq = 97.28697$

$pvalue(F) = 1.341961e-09$

## Lampiran F. *Output Uji Glejser dengan Software R*

Kesimpulan hasil uji serentak

Gagal Tolak  $H_0$  yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	20	696.8528	34.84264	0.2495254
Error	17	2373.806	139.6356	
Total	37	3070.658		

$s = 11.81675$   $Rsq = 22.69392$   
 $pvalue(F) = 0.9980877$